

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700100

研究課題名(和文)マンガ画像解析及びキャラクター検出手法に関する検討

研究課題名(英文)A research for Comic Image Analysis and Character Detection Methods

研究代表者

石井 大祐(Ishii, Daisuke)

早稲田大学・理工学術院・助手

研究者番号：40581525

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円、(間接経費) 480,000円

研究成果の概要(和文)：マンガは日本の重要なコンテンツの一つである。本研究ではマンガの登場人物の検出と識別を可能とする画像解析処理について検討した。マンガ画像からの登場人物の顔検出では、OG特徴量により構成した瞳、顔のカスケード型検出器による処理を検討した。実験によりHOG特徴量を用いた検出処理ではHaar-like特徴量を利用した場合よりも高い精度でマンガからの登場人物の顔が検出できることを確認した。また、同様の処理により特定の登場人物識別と検出処理を構成した。さらに、マンガ画像解析処理全体の精度向上のため、2値細線化したマンガ画像に対する解析処理について検討を行った。

研究成果の概要(英文)：Manga (Japanese style Comics) is one of an important content of Japan. For simplicity to use information of contents/stories of comics, it is important to analyze comic components. In this research, we studied image analysis methods for comic character detection and identification. We discussed about the detection method that use EYE-FACE cascade classifier consisted by HOG feature for character face detection from comic images. Then, through analysis examinations, we confirmed that the classifier with HOG can be obtained high accuracy ratio than Haar-like for face detection from comic images. Also character initialization and detection is constructed same method. Moreover, we discussed image analysis method for binary thinned comic images to increase comic analysis accuracy.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：画像解析 マンガ 画像特徴量 メタデータ 2値画像 細線化 機械学習

1. 研究開始当初の背景

マンガはクールジャパンとして日本国内だけでなく海外においても有名な、わが国有数のコンテンツである。また、近年発展してきた電子書籍市場においてはその売り上げの大部分を占めており、市場からの注目も高い。

一般的に紙面に印刷されることを想定し作成されているマンガから、電子書籍向けコンテンツ、あるいはデジタルアーカイブを作成する為には、マンガの構成要素の情報をメタデータとして利用可能であることが望ましい。しかしながら、その要素数は膨大であるため、メタデータの抽出には多大なコストが必要となる。したがってマンガ画像からメタデータを自動的に抽出あるいはメタデータ付与の補助となりうる画像解析技術があれば、上記コンテンツの生成に有用である。

マンガの紙面では登場人物、背景、描き文字、セリフなど、マンガを構成する様々な要素が白黒の線、ドットで柄を表現するトーンや印字により描かれる。このためマンガは画像処理の観点からは、非常に複雑な構造を持つ画像となっている。特に自然画像と比較して、急峻な輝度変化によりアウトラインが構成されているのみであり、画像の特性が異なる。マンガ画像を解析する為には、マンガの画像的特徴を捉えることができる手法を検討する必要がある。

2. 研究の目的

(1) マンガ画像からの顔検出処理の実現

マンガの内容に関連するメタデータを取得するうえで、登場人物の情報は重要である。マンガでは表現上人物像全体が描かれないことも多く、登場人物の顔のみが描かれることが多い。そこで本研究では、このマンガの登場人物の顔を主対象として、この検出を実現するための手法を検討する。

(2) マンガ登場人物の識別処理の実現

登場人物の顔が検出できた場合においても、その人物に対して都度どの人物であるかのデータを与える必要がある。機械学習による登場人物の顔検出を行う過程で、登場人物ごとの顔情報を学習すれば、その自動識別が可能である可能性がある。そこで、顔領域の検出と合わせて利用可能な登場人物識別についても検討を行う。

(3) マンガ画像解析精度の向上

1, 2 では人物検出に利用される画像特徴量をマンガに応用することを検討する。一方で、マンガはその主要成分を線によって描かれるため、2 値の線画像解析に有効な特徴量を利用することで、その解析精度を高めることができる可能性がある。そこで、2 値細線画像に合わせた画像特徴量をマンガ画像に適用した場合の解析精度について検討を行う。

3. 研究の方法

(1) マンガ画像からの顔検出

近年、顔検出および人物検出に代表される一般物体検出手法の検討が盛んに行われている。一般物体検出手法は、主に、画像から目的の特徴を得やすいように設計した多次元の画像特徴量と、これを学習し判別機を生成する機械学習を組み合わせることで構成されている。機械学習では、学習時に、あらかじめラベリングを行った正解画像と非正解画像を用意し、学習を行うことで入力された判別対象画像に対して正解・不正解の2クラス識別を実現している。

マンガの絵は、主にペンによって描かれる線によって構成される。その色はほぼ白黒の2値であり、輝度変化は急峻である。このため、従来顔検出に用いられてきた Haar-like 特徴量は、小領域内の平均輝度を特徴として利用するため、線により描かれるマンガ画像においては識別に有効な特徴を得られないと考えられる。一方で画像の小領域内における輝度勾配の方向を得ることで人物全体の検出に利用されている HOG 特徴量であれば、その形状情報を記述できると考えられる。そこで本研究では、この HOG 特徴量を利用した登場人物の顔検出を行い、マンガからの顔検出について検討する。また、機械学習には Support Vector Machine(SVM)を利用した。

(2) マンガ登場人物識別処理

(1) で実施した顔検出結果に対して、同様に各登場人物の顔を学習した識別器による解析処理を試みる。登場人物識別処理のための画像特徴量及び機械学習は(1)と同様のアルゴリズムを利用し、学習用正解画像に本人の顔を、非正解画像に本人以外の顔画像を用いる。顔検出処理の最終過程に登場人物識別処理を組み合わせることにより特定の登場人物に対する検出処理を行う。

(3) マンガ画像解析精度の向上

HOG 特徴量では2値の細線画像に対しては4方向の成分しか得ることができない。これを改善することで、2値細線化したマンガ画像の解析精度を向上できると考えられる。我々が検討を行った2値細線化画像に対する画像特徴量 Histograms of Binary Orientation Pattern(HBOP)を実際に2値細線化したマンガ画像に適用し、識別精度に対する影響を調査する。

4. 研究成果

(1) HOG 特徴量と SVM による登場人物顔および瞳検出処理

顔検出を行う上で、マンガの表現上の特徴として、顔の極端な変化がある。マンガは一般的な人物画像と異なり、作者の手により描かれるイラストである。このため、同一人物の画像であっても、その形状変化は現実世界の人間の顔画像と比較して変動が大きい。また、マンガはコマと呼ばれる枠でシーンを区切り描かれていることから、顔全体がコマに収まらない場合や、顔の上にセリフ等が重畳されることが多く、オクルージョンの問題が発生する。したがって、顔全体を直接検出しようとした場合に、検出精度が下がることが考えられる。一方で、瞳部分については比較的オクルージョンの影響を受けにくく、形状変化の種類も比較的少ない。そこで、本研究ではまず、顔、瞳識別器を生成し、画像からの検出実験を行った。

顔検出では手動により登場人物の顔画像および顔以外の画像を切り出し、双方に正解、不正解のラベルを与え機械学習を行った。同様に瞳と瞳以外の画像を切り出し、学習を行った。画像からの顔検出処理では、スライドウィンドウを用いることで、切り出した画像に対し、作成された識別器によるクラス分けを行う。本識別器により Positive とされた領域を顔領域と判断することとした。

実験において、顔全体を学習した場合の識別器は比較的判別性能が低く、顔以外の領域でも顔として識別されることが確認された。この特性は瞳検出器でも同様であるが、双方の検出器は共に処理の再現率が高く、検出対象の検出漏れが少ない特性があった。そこで、瞳部分の検出を先に実施し、次いで顔の検出を行うカスケード型の検出器を構成することとした。

顔検出、瞳検出、顔-瞳検出の実験結果を表 1 に示す。ここで、Eye は瞳検出結果、Face は顔検出結果、E-F は瞳検出結果の後に顔検出を行った結果である。また、HaE、HaF はそれぞれ Haar-like 特徴量を利用した場合の瞳及び顔検出結果である。最終的に、登場人物検出において、瞳を学習した識別器と顔を学習した識別器をカスケード型に接続した場合の未知画像に対する検出適合率が 0.657 となり、識別器に瞳のみを用いた場合 0.185、顔のみを用いた場合 0.502 と比較して高い数値が得られることが確認された。また、Haar-like 特徴量を利用した検出器は瞳、顔の双方において、HOG 特徴量を利用した場合よりも低い検出率となることが確認された。

表 1 マンガ画像からの検出結果(未知画像)

数値は研究成果(雑誌論文) より引用

Method	Correct	Incorrect	Precision
Eye	157	690	0.185
Face	935	928	0.502
HaE	70	482	0.127
HaF	152	349	0.303
E-F	44	23	0.657

(2) 人物識別

マンガには複数の登場人物が登場する。顔検出処理後の画像に対する自動識別処理を実現するため、あらかじめ切り出された顔画像に対して、これを登場人物ごとに学習し、識別実験を行った。実験結果を図 2 に示す。ここでは、HOG 特徴量、Haar-like 特徴量双方での検出精度を示している。

実験結果から、登場人物によって識別精度に影響はあるものの、70%近い精度で登場人物の識別が可能であることが確認された。また、識別精度の内訳として、識別の適合率よりも識別再現率が高い傾向となっている。これは、本人の顔は本人として識別できるものの、本人以外の顔も本人として識別している傾向が高いことを示している。本実験においても HOG 特徴量を利用した場合の識別精度は Haar-like 特徴量を利用した場合よりも高いことが確認された。

表 2 顔識別成功率

数値は研究成果(雑誌論文) より引用

Method	Character	Precision	Recall	F
HOG	A	0.57	0.99	0.72
Haar-like	A	0.56	0.85	0.68
HOG	B	0.55	0.85	0.68
Haar-like	B	0.28	0.53	0.36

(3) マンガからの特定登場人物検出

(1)(2)の結果を組み合わせることで、マンガ画像からの特定登場人物検出処理の検討を行った。アルゴリズムとしては、瞳、顔、瞳-顔検出結果に対し、(2)で利用した登場人物同士の顔を識別する識別器をカスケード型に接続することで、特定の登場人物のみを検出する処理を構成する。

本アルゴリズムを用いて特定登場人物の検出処理を行った結果を表 3 に示す。ここで E-C は瞳検出結果に対する登場人物識別処理結果、F-C は顔検出結果に対する登場人物識別処理結果、E-F-C は瞳検出結果と顔検出結果の組み合わせに対する登場人物識別処理結果を示す。カッコ内は登場人物の種類を示

す．本実験結果をプロットした画像を図 1 に示す．図 1(a)は登場人物 A の検出結果，(b)は登場人物 B の検出結果である．(b)では登場人物 B のみが正しく得られている．一方(a)では，登場人物 A が検出されているものの，登場人物 B および顔以外の領域が検出結果として得られている．実験結果より，マンガ画像から特定登場人物を検出する場合，人物により異なるが，検出が可能であることが確認された．

表 3 特定登場人物検出結果(既知画像)

Method	数値は研究成果(雑誌論文)		Precision
	Correct	Incorrect	
E-C(A)	365	1154	0.240
E-C(B)	42	136	0.236
F-C(A)	420	851	0.330
F-C(B)	151	366	0.292
E-F-C(A)	22	25	0.468
E-F-C(B)	51	1	0.938

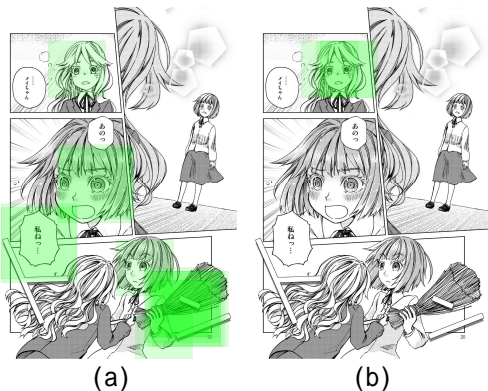


図 1 特定登場人物検出結果(未知画像)
画像は研究成果(雑誌論文)より引用

(4) 登場人物の顔を分類した場合の識別精度への影響

マンガ特有の表現として，登場人物の表情変化，角度による極端な表現の変化がある．このため，特定登場人物の顔を学習するうえで，クラス内分散が非常に大きくなるという問題がある．そこで，図 2 に示すように登場人物の状態を正面，横，背面，デフォルメの 4 系統に分離し，状況ごとに別々の識別器を構成した場合の識別性能に対する影響を調査した．各状態をパターンとして別々に識別器を構成した場合の識別結果を表 4 に示す．

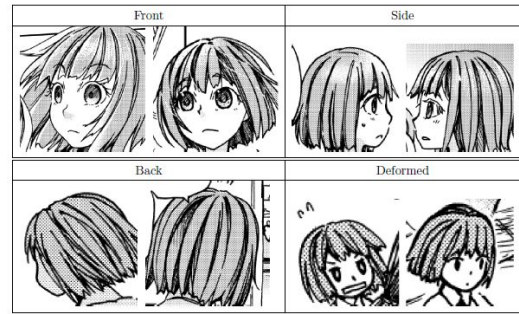


図 2 登場人物の状態分類
画像は研究成果(学会発表)より引用

表 4 顔パターン分類と識別結果に対する影響

DataSet	数値は研究成果(学会発表)より引用	
	Positive	Negative
Front	0.80	0.6
Side	0.44	0.96
Back	1.00	0.83
Deformed	0.38	0.80
All	0.79	0.44

実験結果より，十分に学習用サンプルが取得できる正面及び背面ではその識別性能が向上することが確認できた．一方で，横向に左右向きの正規化についての検討が必要である．また，デフォルメ画像についてはデフォルメのパターンが複数ある場合などもあり，十分な学習用画像が得られていないため，識別精度が低い結果となったと考えられる．全体として，特に頻出する正面向きの識別精度が向上していることから，学習用画像に一定の分類を行うことは有意であると考えられる．

(5) HBOP 特徴量を利用したマンガ画像解析実験

マンガは線によって描かれており，そのこうぞうを解析する為には，文字解析と同様に 2 値の細線化を行うことが有効である可能性がある．そこで 2 値の線画像を解析する為に検討した HBOP 特徴量を用いてマンガ画像解析を実施した．ここで利用する HBOP 特徴量は注目する画素周辺の 8 画素における 2 値細線の構成画素の並びから 8 方向のパターンを取得し，HOG と同様にセルに含まれる方向パターン数のヒストグラム計算しこれを特徴量とする画像特徴量である．

HBOP 特徴量と HOG 特徴量を用いてマンガ画像の瞳部分において識別実験を行った．本実験では瞳部分を正例，瞳以外の部分を不例として学習を行った．実験結果を表 5 に示す．ここで，HBOP，HOG はマンガ画像を 2 値細線化したものを入力とし，HOG(Normal)では細

線化を行っていない画像を入力としている。実験結果から、2 値細線化したマンガ画像を解析する場合 HBOP 特徴量は全体として HOG 特徴量よりも優れた解析結果を示した。2 値細線化しない画像に対する HOG 特徴量に対しては、双方の最良の解析結果を比較した場合、全体として解析精度は若干低下するものの、HBOP 特徴量ではより高い True Positive が得られた。高い True Positive が得られることから、本来正解である箇所を候補から除外する可能性が低いことがわかる。この特徴は、他の識別器を組み合わせたカスケード型の識別器を構成する際に有効であると考えられる。また HBOP 特徴量は、2 値細線化されたマンガ画像を解析するうえでは HOG 特徴量よりも高い識別精度を得られることが確認された。

表 5 HBOP 特徴量と HOG 特徴量による識別結果
数値の一部は研究成果(学会発表) より引用

Method	Resolution	TruePositive	TrueNegative
HBOP	50 x 50	0.765	0.908
HBOP	100 x 100	0.880	0.912
HBOP	150 x 150	0.972	0.880
HBOP	200 x 200	0.964	0.805
HOG	50 x 50	0.729	0.829
HOG	100 x 100	0.841	0.813
HOG	150 x 150	0.805	0.884
HOG	200 x 200	0.833	0.865
HOG(Normal)	50 x 50	0.880	0.912
HOG(Normal)	100 x 100	0.928	0.932
HOG(Normal)	150 x 150	0.892	0.936
HOG(Normal)	200 x 200	0.900	0.936

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

石井 大祐, 渡辺 裕, マンガからの自動人物検出と識別に関する一検討, 査読有, 画像電子学会論文誌, Vol.42, No.4, pp.457-465, July 2013

〔学会発表〕(計 5 件)

石井 大祐, 渡辺 裕, マンガ画像における瞳検出の解像度依存性に関する検討, 2012 年度画像電子学会年次大会 (Media Computing Conference 2012), R2-4, June 2012

D. Ishii, T. Yamazaki and H. Watanabe, Multi Size Eye Detection on Digitized Comic Image, 査読有, IIEEJ 3rd Image Electronics and Visual Computing Workshop (IEVC 2012), Kuching, Malaysia, Nov. 2012

石井 大祐, 山崎 太一, 渡辺 裕, マンガ固有の特徴を利用したマンガ登場人物識別に関する一検討, 情報処理学会 AVM 研究会研究報告, Vol.2013-AVM80, No.1, pp.1-4, Feb. 2013.

石井 大祐, 山崎 太一, 渡辺 裕, マンガ上のキャラクター識別に関する一検討, 情報処理学会全国大会, 3D-2, March 2013.

石井 大祐, 張 傑, 石上 諒, 渡辺 裕, 2 値線画特徴量を用いたマンガ画像解析に関する一検討, 情報処理学会 AVM 研究会研究報告, Vol.2014-AVM84, No.5, pp.1-4, Feb. 2014.

〔その他〕

第 75 回情報処理学会全国大会 大会奨励賞受賞 (学会発表 : マンガ上のキャラクター識別に関する一検討)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石井 大祐 (ISHII, Daisuke)

早稲田大学・理工学術院・助手

研究者番号 : 40581525